

(11)Publication number : 2001-056961

(43)Date of publication of application : 27.02.2001

(51)Int.Cl.

G11B 7/24  
G11B 7/005

(21)Application number : 11-230204

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 17.08.1999

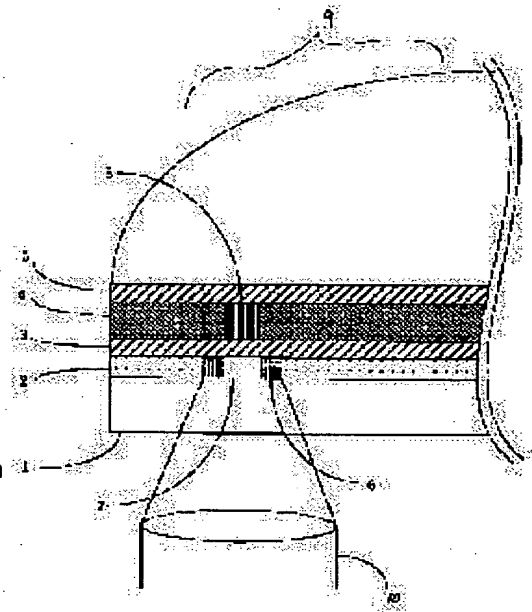
(72)Inventor : OGIMOTO YASUSHI  
NAKANISHI KENJI  
FUJI HIROSHI  
KOJIMA KUNIO  
KATAYAMA HIROYUKI**(54) OPTICAL RECORDING MEDIUM AND REPRODUCING METHOD THEREFOR****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain an optical recording medium capable of reproducing a signal from a smaller recording pit than a spot of light in a good S-N ratio under high reliability and capable of high density recording and reproduction without reducing a spot of light and to provide a reproducing method for the optical recording medium.

**SOLUTION:** This optical recording medium 9 has at least a recording and reproducing layer and a mask layer 2.

The transmittance and resistivity of the mask layer 2 in a central part in a spot of light rise and the transmittance, reflectance and resistivity of the mask layer 2 in a peripheral part in the spot of light lower. In the reproducing method for the optical recording medium 9, the quantity of a spot of light is made larger than the threshold quantity in which the mask layer 2 changes from an insulator into a metal and the temperature of the central part of the spot of light is made higher than the threshold temperature at which the mask layer 2

changes from the metal into the insulator. In the reproducing method for the optical recording medium, proximity light generated by way of an opening in the central part of a spot of light is intensified by a circular low resistance region formed around the opening.

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

**CLAIMS**

[Claim(s)]

[Claim 1]An optical recording medium being a mask layer which light transmittance of said mask layer decreases by optical exposure, and increases according to temperature up in an optical recording medium provided with a recording layer and a mask layer on a substrate.

[Claim 2]An optical recording medium, wherein light transmittance of the central part in light spot of light had and irradiated with a threshold in the optical recording medium according to claim 1 to light volume of light said mask layer was irradiated is the mask layer which was higher than transmissivity of a light spot inner periphery edge, and was set up lower than transmissivity of a \*\*\*\* irradiation part.

[Claim 3]An optical recording medium, wherein resistivity of the central part in light spot of light had and irradiated with a threshold in the optical recording medium according to claim 1 to light volume of light said mask layer was irradiated is the mask layer which was higher than resistivity of a light spot inner periphery edge, and was set up lower than resistivity of a \*\*\*\* irradiation part.

[Claim 4]An optical recording medium, wherein transmissivity of said mask layer and resistivity change are induced by metallic insulator transition in the optical recording medium according to claim 1 to 3.

[Claim 5]In a method of reproducing information, while irradiating an optical recording medium which it is the optical recording medium provided with a recording layer and a mask layer on a substrate, and transmissivity of this mask layer decreases by optical exposure, and increases according to temperature up, A regeneration method of an optical recording medium setting up beyond threshold temperature which carries out light volume of light spot of light irradiated by said mask layer more than threshold light volume which a mask layer transfers to metal from an insulator and, to which temperature of the light spot central part transfers it to an insulator from metal.

[Claim 6]In a method of being the optical recording medium provided with a recording layer and a mask layer on a substrate, and transmissivity of this mask layer decreasing by optical exposure, using near field light for an optical recording medium which increases according to temperature up, and reproducing information, A regeneration method of an optical recording medium reinforcing near field light generated via an opening of the light spot central part by an annular low resistance area formed in an opening periphery.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]By light or near field light, this invention relates to an optical recording medium which reproduces information, and a regeneration method for the same.

[0002]

[Description of the Prior Art]Although the densification of optical memory is remarkable so that it may be represented by DVD (Digital-Versatile-Disk) and the magneto-optical disc in recent

years, and storage density more than number Gbit/in<sup>2</sup> is already realized, Large scale-ization by the further densification is called for as what is called a storage device for home servers aiming at storing an animation etc.

[0003] Since storage density is fundamentally prescribed by the light spot diameter (temperature distribution which light spot forms correctly) to such optical memory, Short wavelength formation of a light source by the development of blue-purple color laser which aimed at formation of the smaller light spot diameter (light intensity specifies it as the range which becomes  $1/e^2$ ), and expansion of NA (numerical aperture) in SIL (Solid-Immersion-Lens) are advanced.

[0004] On the other hand, the super resolution art using a mask layer is beginning to be energetically studied in order to make possible record reproduction of a bit narrower than a light spot diameter other than such reduction art of a light spot diameter. The super resolution art using a mask layer is using the temperature distribution in the light spot diameter formed in a mask layer by carrying out an optical exposure, or luminous energy distribution, and carrying out an opening narrower than a light spot diameter, and is art which reproduces a bit narrower than a light spot diameter without a cross talk. For example, in JP,8-7333,A, "the optical information medium using the mask layer to which it is carrying out temperature up more than the transition temperature which exists in the range of 200-450 \*\* by carrying out an optical exposure, and producing transition between crystal-crystals, and the reflectance of regenerated light is changed" is indicated. In addition, it is also indicated that the breaching layer in which transmissivity increases with increase of incident light intensity, and the mask layer using non-linear optical materials, such as glass, an organic layer, and a low melting point metal are proposed. The proposal of the high-density near-field-light record using a mask layer is also made. For example, according to the contents indicated to Applied Physics Letters, Vol.73, No.15, (1998), and pp.2078-2080. It is supposed by forming an opening narrower than light spot, using an antimony film as a mask layer that the reproduction using near field light will be realizable. In the signal regeneration by the super resolution art using such a mask layer, (1) Since it is required that high reliability, like not causing reproduction destruction at the time of opening formation and there is no restriction in (2) repeat frequency should be fulfilled, it becomes important whether an opening is formed in a mask layer by using what kind of principle.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the mask layer by the above-mentioned conventional technology, the lowness of the repeat frequency by using the phase change accompanied by the reproduction destruction resulting from high opening forming temperature and (1) (2) melting and an organic layer, etc. had a problem in the reliability. When S/N (Signal to Noise ratio) falls, and especially near field light is used, in order to fall remarkably, there is a problem that signal regeneration becomes difficult, as an opening is made narrow. This invention is made in order to solve an aforementioned problem, and it is a thing.

the purpose is for it to be alike also in \*\*, to make it possible to reproduce the signal from a bit narrower than light spot with sufficient S/N, not to decrease light spot, and for \*\* to also provide an optical recording medium in which high-density record reproduction is possible, and a regeneration method for the same.

[0006]

[Means for Solving the Problem] Invention-in-this-application persons paid their attention not only to an opening formed in the light spot central part but to its peripheral region (light spot edge part), in order to realize an optical recording medium with sufficient S/N in which super resolution reproducing is possible, and a regeneration method for the same.

[0007] In an optical recording medium provided with a recording layer and a mask layer on a substrate, light transmittance of said mask layer decreases by optical exposure, and this application 1st invention for attaining the above-mentioned purpose is characterized by being a mask layer which increases according to temperature up.

[0008] In the above-mentioned optical recording medium, light transmittance of the central part

in light spot of light had and irradiated with a threshold to light volume of light said mask layer was irradiated is higher than transmissivity of a light spot inner periphery edge, and is characterized by being the mask layer set up lower than transmissivity of a \*\*\*\* irradiation part.

[0009]In said optical recording medium, resistivity of the central part in light spot of light had and irradiated with a threshold to light volume of light said mask layer was irradiated is higher than resistivity of a light spot inner periphery edge, and is characterized by being the mask layer set up lower than resistivity of a \*\*\*\* irradiation part.

[0010]In said optical recording medium, transmissivity of said mask layer and resistivity change are induced by metallic insulator transition.

[0011]In a method of reproducing information, while irradiating an optical recording medium which it is the optical recording medium provided with a recording layer and a mask layer on a substrate, and transmissivity of this mask layer decreases by optical exposure, and increases according to temperature up, It sets up beyond threshold temperature which carries out light volume of light spot of light irradiated by said mask layer more than threshold light volume which a mask layer transfers to metal from an insulator and to which temperature of the light spot central part transfers it to an insulator from metal, and an optical recording medium is reproduced.

[0012]In a method of being the optical recording medium provided with a recording layer and a mask layer on a substrate, and transmissivity of this mask layer decreasing by optical exposure, using near field light for an optical recording medium which increases according to temperature up, and reproducing information, Near field light generated via an opening of the light spot central part is reinforced by an annular low resistance area formed in an opening periphery.

[0013]

[Embodiment of the Invention]An optical recording medium concerning this invention and a regeneration method for the same are explained in order of the example of the principle (d) reproduction of the S/N enhancement in the principle (c) near-field-light reproduction of the improvement in principle (b) S/N of (a) opening formation.

(a) Principle drawing 1 of opening formation is an outline sectional view explaining the optical recording medium of this invention, and the principle of opening formation. First, the composition of the recording medium 9 is explained. As the recording medium 9, the mask layer 2 is formed on the transparent substrate 1, and, subsequently the lower protective layer 3, the recording layer 4, and the top protective layer 5 are formed. Since a protective layer is formed between the transparent substrate 1 and the mask layer 2, it cannot be overemphasized that a reflection film which is generally used may be formed. On this recording medium 9, it irradiates with a laser beam via the optical pickup 10 from the transparent substrate 1 side. It may be thought that the light volume in the light spot formed on the mask layer 2 is a normal distribution. The opening is formed by using the luminous energy distribution or temperature distribution in light spot, and generally, increasing the transmissivity of the central part 7 in light spot in the mask layer 2. In the mask layer 2 of this time former, it is considered similarly that the light spot inner periphery edge 6 is a field (field where transmissivity is low) where light is not irradiated. In this invention, the mask layer 2 with high transmissivity is used also in a \*\*\*\* irradiation part. That is, a mask is formed because transmissivity decreases by optical exposure in the field in light spot, further, the central part 7 in light spot responds for carrying out temperature up, and forms an opening, and the light spot inner periphery edge 6 acts as a mask which surround an opening annularly. Therefore, it has the feature that an opening and a mask are formed in a self aryne. Such an opening and a mask explain below the principle of the opening formation formed in a self aryne.

[0014]Drawing 2 (a) shows the relation between the temperature in the mask layer 2 of this invention, and resistivity, and drawing 2 (b) shows the relation between temperature and transmissivity. Temperature was taken along the horizontal axis, along the vertical axis, the logarithm of resistivity is taken in drawing 2 (a), and transmissivity is taken by drawing 2 (b). As are shown in drawing 2 (a), and it is an insulating phase with dramatically large resistivity, and insulation is maintained and it is shown in drawing 2 (b) at a temperature lower than  $T_c$  although resistivity falls at a temperature higher than transition temperature (referred to as  $T_c$  below),

The reduction in transmissivity is not so large and is the mask layer 2 with high transmissivity also in a \*\*\*\* irradiation part. At the temperature below this  $T_c$ , the material in which the insulator metal transfer by optical exposure exists is used as the mask layer 2. For example,  $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Mn}_{1+y}\text{O}_3$  ( $x=0.3$  to  $0.5$ ,  $y=0.0$ – $0.1$ ) is known as an oxide of a perovskite structure. By this material system, it is possible to change  $T_c$  continuously from near a room temperature to near  $100^\circ\text{C}$  by making Ca doped quantity  $x$  or the amount  $y$  of Mn increase. In addition, it is possible what doped Sr to  $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Mn}_{1+y}\text{O}_3$ , and to use  $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Mn}_{1+y}\text{O}_3$  ( $x=0.6$  to  $0.7$ ,  $y=0.0$ – $0.1$ ) etc.

[0015] The relation of the light volume and resistivity with which the mask layer 2 was irradiated is shown in drawing 3 (a), and the relation between transmissivity and light volume is shown in drawing 3 (b). Light volume was taken along the horizontal axis, along the vertical axis, the logarithm of resistivity is taken in drawing 3 (a), and transmissivity is taken by drawing 3 (b). If light volume is increased as shown in drawing 3 (a), resistivity will fall by no less than 5–6 figures steeply by  $P_{th}$ . That is, transition to metal from the insulator by optical exposure arises. If light volume is furthermore increased, resistivity will increase the mask layer 2 by figures triple [2–] steeply at  $P_{tc}$ . As transition to the insulating phase in which resistivity is a little inferior from the insulating phase of resistivity high only by raising temperature is acquired in  $T_c$  so that drawing 2 and drawing 3 may be compared and understood but, By performing an optical exposure, transition to metal from an insulator, transition to an insulator from metal, and metallic insulator transition of two convenience will be acquired by making light volume increase. This reason is explained using drawing 4. Drawing 4 is what took light volume along the horizontal axis and took the temperature of the mask layer 2 along the vertical axis, and shows the relation between the light volume with which the mask layer 2 was irradiated, and the temperature of a mask layer. According to light volume, temperature up of the mask layer 2 will be carried out so that drawing 4 may show, but more than the light volume  $P_{tc}$ , the temperature of a mask layer becomes more than  $T_c$ . That is, the 2nd metallic insulator transition will arise according to temperature up. Since the temperature of the mask layer 2 became more than  $T_c$  because light volume increases as drawing 2 showed, the metallic phase produced as a result of the insulator metal transfer by optical exposure disappears, and this is considered that the insulating phase by the side of an elevated temperature appeared from  $T_c$ . On the other hand, as shown, change of transmissivity supports drawing 3 (b) with change of resistivity, transmissivity decreases corresponding to transition to the metallic phase by the light volume exposure more than  $P_{th}$ , and transmissivity is increasing again in the light volume more than  $P_{tc}$ . Therefore, the threshold of the light volume of  $P_{th}$  and two  $P_{tc}$ (s) will exist in the mask layer 2, and a steep change of resistivity and transmissivity will be obtained bordering on the threshold. Then, when it irradiates with an optical beam on the recording medium 9 in which the above-mentioned mask layer 2 was formed, explanation is recommended about how change takes place within a light spot diameter. Drawing 5 showed the luminous energy distribution in the light spot irradiated by the optical pickup 10 on the recording medium 9. Along the horizontal axis, track width direction (it corresponds to disk radial)  $X$  was taken, the light spot center was made into the starting point, and light volume is taken along the vertical axis. Since it is easy, light spot is a circle, and it is assumed that the light intensity distribution turns into a normal distribution.  $P_{th}$  shows the light volume threshold transferred from an insulating layer to a metallic phase, and  $P_{tc}$  shows the light volume threshold to which the temperature of the mask layer 2 becomes more than  $T_c$ , and becomes an insulating phase by the side of an elevated temperature from a metallic phase from  $T_c$ . A horizontal axis is arranged and both change of the resistivity corresponding to luminous energy distribution and transmissivity is shown in drawing 5. Light volume corresponds to the field more than  $P_{tc}$ , and the central part 7 in light spot is expressed as  $X=-Tw/2 - Tw/2$ . Light volume is a field below more than  $P_{th}$  and  $P_{tc}$ , and the light spot inner periphery edge 6 is expressed as  $X=-W/2 - - Tw/2W/2$ , and  $Tw / 2 - W/2$ . Thus, if the character of the central part 7 in light spot formed and the light spot inner periphery edge 6 is observed, The fields where the transmissivity of the light spot inner periphery edge 6 formed annularly highly is low surround the transmissivity of the central part 7 in light spot, and, externally, it turns out [ of the light spot inner periphery edge 6 ] further that transmissivity is high. Therefore, so that it may become more than threshold

temperature  $T_c$  which is carried out more than the threshold light volume  $P_{th}$  to which the mask layer 2 transfers the light volume of light spot to metal from an insulator, and the temperature of the central part 7 in light spot transfers to an insulator from metal again. Namely, in order that the central part 7 in light spot may act as an opening and the light spot inner periphery edge 6 may act as a mask by irradiating with an optical beam so that luminous energy distribution may become in the central part 7 in light spot more than  $P_{tc}$ . It becomes possible to reproduce the signal from a bit narrower than a light beams diameter without a cross talk (super resolution reproducing). The top view of the mask layer 2 shown in drawing 6 explains this situation again. It is shown among drawing 6 that transition to the metallic phase by optical exposure has not generated the field shown with the point. The light spot inner periphery edge 6 (mask) expresses the path as  $W$ , and shows it in the smeared-away annular region. The central part 7 (opening) in light spot expresses the path as  $T_w$ , and shows it with the circle without white. By adjusting  $P_{th}$  and  $P_{tc}$ , it extends in the range in a light spot diameter, or the path of this light spot inner periphery edge 6 (mask) can be narrowed, and when the central part 7 (opening) in light spot also adjusts  $P_{tc}$ , it can control that path. As mentioned above, light spot is not decreased by using the mask layer by this invention, and \*\* also forms an opening and a mask in a self aryne, and can realize an optical recording medium [ be / no cross talk ] in which density reproduction is possible, and a regeneration method for the same.

[0016] Although it is thought that change of the steep resistivity and transmissivity in this mask layer 2 is obtained when metallic insulator transition takes place steeply, since metallic insulator transition is a phase transition between solid phase-solid phase, high reliability is acquired also in a repetitive characteristic. Since  $T_c$  can set up low enough (it being higher than a room temperature) to already have illustrated, an opening can be formed by low light power, and there are also no problems, such as reproduction destruction.

[0017] Since it generates in ns (less than) at very high speed, this metallic insulator transition has the feature that speed of response quick enough as the mask layer 2 of optical memory asked for high-speed record reproduction is obtained.

(b) although the fall of the  $S$  (signal quantity) by bit size becoming small itself was also one of causes of the  $S/N$  fall which poses a problem in the super resolution art using the principle mask layer of the improvement in  $S/N$ ,  $N$  (noise) by using a mask layer found out that it was the big cause of an  $S/N$  fall. As shown in conventional technology, as a mask layer, there are what has the high transmissivity of textile glass yarn, and what has the low transmissivity of a metal system, but. The catoptric light from the recording layer which let the mask pass with glass with high transmissivity becomes large as a noise, and the catoptric light from a mask surface becomes a major factor as a noise by a metal system with low transmissivity.

[0018] Below, the mask layer of this invention explains that the noise by the above-mentioned cause can be reduced. The wavelength of light is taken along a horizontal axis and it has taken reflectance along the vertical axis, drawing 7 was transferred to the metallic phase by optical exposure, i.e., it shows the reflectance in the mask part. Reflectance was indicated to be  $R$ . The wavelength of the semiconductor laser used by optical recording is mainly among 400–780 nm, and it turns out [ in / at least / this wavelength range ] that reflectance is low fixed. For example, by above  $Pr_{1-x}Ca_xMn_{1+y}O_3$ , reflectance shows 20% or less and constant value low enough. That is, with the annular mask which surround an opening, although transmissivity is low of course, it turns out that reflectance is also sufficiently low compared with a transition metal etc. In the metallic phase transferred by optical exposure, it becomes possible not only for transmissivity to be low, but to reduce the catoptric light from the catoptric light and the mask layer surface from a cause slack recording layer of a noise as a mask layer, and to raise  $S/N$ , since even reflectance is low. By adjusting the two light volume thresholds  $P_{th}$  and  $P_{tc}$ , it is suitable for reducing the unnecessary reflected light quantity in light spot that the size of a mask is also controllable, and it is effective in the improvement in  $S/N$ . Since the reflectance in a mask part is constant in the wavelength range of the semiconductor laser used by optical recording, it is useful also as a mask layer of the optical recording device using the wavelength from which optical recording differs.

(c) Explain the principle of the  $S/N$  enhancement in near-field-light reproduction, then the

principle of the S/N enhancement in the near-field-light record reproduction which becomes more serious [ the problem of an S/N fall ]. Although a means to improve S/N by mainly reducing a noise in the above-mentioned "principle of the improvement in (b) S/N" was explained, Super-high-density record is expected in the optical recording using near field light. Since the bit size assumed is as small as 100 nm or less, it adds to the signal quantity itself becoming small, the efficiency (for example, expressed with the near-field-light intensity to incident light intensity) of near-field-light generating -- about -- since it becomes small, applying a ring, a  $10^{-3}$  grade and the intensity of the low remarkably and detected near field light become indispensable for amplifying the signal (S) itself to realize near-field-light record. First, the conventional example of the signal regeneration using near field light is explained using drawing 9. Here, since it is easy, the outline sectional view which expanded the mask layer 2, the lower protective layer 3, the recording layer 4, and the top protective layer 5 as the recording medium 9 is shown in drawing 9 (a), and the top view of the mask layer 2 is shown in drawing 9 (b). Phase change material germanium<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub> is used for the recording layer 4, and the antimony film is used for the mask layer 2. By irradiating an antimony film with a laser beam, the high temperature portion of the central part 7 in light spot fuses, and it changes from opacity transparently. The opening of the size below the diffraction limit of light occurs in the mask layer 2 by this, and the recording bit 8 of the recording layer 4 is read. At this time, the thickness of the lower protective layer 3 has set up thickness so that the near field light 12 generated via the opening may reach the recording layer 4. Thereby, it is supposed that a recording mark of 100 nm or less is renewable. However, since it is [ the regenerative signal read by doing in this way ] very small, although a narrow bit can be formed for the above reasons, when it realizes high density recording, it poses a big problem. Although it is possible to use amplification by the resonance of the laser beam and metal which are well known in the experiment of infrared absorption, etc. as the technique of reinforcing near field light, As long as the mask part which surround an opening as shown in the conventional example uses the mask structure which spreads uniformly, Since the elementary excitation 11 dissipates to a uniform mask area even if excitation efficiency is dramatically small and is able to excite, or it cannot excite the elementary excitation 11, it is thought that near field light cannot be amplified. Next, the principle of the near-field-light amplification by the mask layer 2 of this invention is explained. The sectional view which expanded the mask layer 2, the lower protective layer 3, the recording layer 4, and the top protective layer 5 to drawing 8 as the recording medium 9 was shown in drawing 8 (a) like drawing 9, and the top view of the mask layer 2 was shown in drawing 8 (b). A point greatly different here from the mask of a conventional example is a thing which surround an opening and which is formed annularly rather than has a uniform mask part formed in the mask layer 2. Thus, it turns out that the annular rate field of low resistance where the resistivity of an opening is high encloses the opening and mask which are formed as shown in drawing 5, and it becomes the structure where resistivity is high in the exterior. Namely, as for the mask part which consists of the light spot internal circumference edge field 6, the inner area and an outside area are surrounded by the field of high resistivity. A low resistance area will be annularly formed by using the insulating transparent substrate 1, using an insulator layer as a lower protective film. Thus, by forming a low resistance area, i.e., a metal field, annularly, It becomes possible to excite the elementary excitation 11, such as plasmon by resonance with a laser beam, in a mask part, Although it is not clarified what kind of the mode this elementary excitation 11 is, the big electromagnetic field which carried out localization by being shut up in this annular mask area amplifies the intensity of near field light remarkably by interacting with the near field light formed via an opening. Thus, by mask areas' surrounding an opening and forming them in annular, since it becomes possible to use for amplification of near field light the electromagnetic field which is excited by this annular mask part and which carried out localization and enhancement of S/N is attained in the reproduction using near field light, high-density optical recording is realizable. Although it is thought that it depends also on the size of an annular field for this electromagnetic field that carried out localization, since the field of a mask part can be adjusted with the thickness of Pth, Ptc, and the mask layer 2, by this invention, it has the feature that it is

possible to design a mask for it to have been suitable for amplification of near field light.

(d) Explain the example of reproduction, then the example of reproduction using the super resolution art of this invention. First, the structure of an optical recording medium is explained briefly. On the sapphire single crystal transparent substrate of 2.5 inch phi (the outer diameter 65, the inside diameter 20, and 0.635 mm in thickness),  $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Mn}_{1+y}\text{O}_3$  is formed as a mask layer by the thickness which is 20 nm. A  $\text{SiO}_2$ ? ZnS film (80 nm of thickness) is formed in a  $\text{SiO}_2$ ? ZnS film (80 nm of thickness) as a lower protective layer, and is formed in the upper part of this mask layer as a GeSbTe film (20 nm of thickness), and a top protective layer as a recording layer. A mask layer shows about 80 \*\* as Tc. This was confirmed by measuring the temperature dependence of resistivity. It is because it is suitable for growing up the mask layer which similarly consists of oxides with sufficient crystallinity from it being an oxide single crystal in addition to the transparent substrate having used the sapphire single crystal transparent substrate, and thermal conductivity and heat resistance being smooth high and single crystal transparent substrates. A protective layer may be formed between a substrate and a mask layer, or a reflection film may be formed on a top protective layer.

[0019]The device used for evaluation was considered as the composition which irradiates with a laser beam via the optical pickup 10 from the transparent substrate 1 side on this recording medium 9, as shown in drawing 1. As the optical pickup 10, the with the wavelength of 650 nm and a beam diameter [ of a track width direction ] of 1.1 micrometers thing is used. The optical exposure was performed to the above-mentioned recording medium 9 using the above-mentioned optical pickup 10, and the signal regeneration from a recording bit was tried, changing the output of an optical beam. The cross talk became large although the amount of detection light had much power of an optical beam in 1 mW. This is considered because the mask is not formed by the power of a 1-mW optical beam. When optical beam power was made to increase, in 1.2 mW, the amount of detection light fell rapidly. That is, it is thought that the mask was formed. At this time, since the signal itself is no longer detected, it is thought that the opening has not been formed yet. When it was made to increase to 1.5 more mW, signal quantity also increased with the increase in the amount of detection light. That is, in the central part in light spot, temperature rises more than Tc and is considered that an opening begun to be formed. In proportion to optical beam power, the signal increased the amount of detection light to 2 mW with increase. At this time, the noise level was low and it was checked that the increase in a signal contributes to the increase in S/N. When the increase in a cross talk was seen and the power of the optical beam was further increased from not less than 2 mW, the cross talk became large like the time of irradiating with an optical beam by 1 mW of power. Temperature up of this is carried out in all the field in light spot more than Tc, and it is considered that the mask disappeared. Then, in order to perform near-field-light reproduction, except that it makes thickness of a lower protective layer thin with 15 nm and near field light enabled it to fully reach the thickness from a mask layer to a recording layer, reproduction of the recording bit which consists of size of 100 nm using the recording medium which consists of the same composition was tried. After the amount of detection light fell [ optical beam power ] rapidly in 1.2 mW and the mask layer was formed, optical beam power is made to increase and a signal began to be detected with the increase in the amount of detection light at 1.5 mW. When optical beam power was made to increase furthermore, the phenomenon in which a signal increased rapidly in 1.6 mW ? 1.8 mW was checked. In not less than 1.8 mW, the cross talk became large, and signal detection became impossible in 2 mW. An opening diameter increases with optical beam power, this means that the signal increased rapidly, when the size of the annular low resistance area which is a mask becomes a fixed size, and it is considered that this annular low resistance area amplified near field light. A fall of signal strength, an increase in a jitter, etc. by repeating reproduction and performing it were not seen, but it was checked that it is satisfactory also in reproduction destruction or a repetitive characteristic. Since signal amplification can be carried out also when it becomes possible to reproduce the signal from a bit narrower than light spot with sufficient S/N and near field light is used for the basis of high reliability by this invention, as stated above, light spot is not decreased and the optical recording medium in which high-density



record reproduction of \*\* is possible is realized. Without being restricted to this, although the semiconductor laser with a wavelength of 650 nm was used for the light source here, even if it uses light sources, such as 780 nm and 635 nm and 400 nm, an opening and a mask are formed similarly and reproduction of high density recording is possible.

[0020]

[Effect of the Invention] According to this invention, it becomes possible to form the field where transmissivity is low so that the field where transmissivity is high may be surrounded by adjustment of light volume because the transmissivity of a mask layer decreases by optical exposure and increases according to temperature up. Light volume of the light spot formed on a recording medium is carried out more than the threshold light volume which a mask layer transfers to metal from an insulator. When making it the temperature of the central part in light spot become more than threshold temperature  $T_c$  of a mask layer, it becomes possible to form an opening and a mask in light spot at a self aryne, and to reproduce the signal from a bit narrower than light spot without a cross talk. It becomes possible to reduce the noise resulting from the transmitted light from a mask part, and catoptric light by making low reflectance of the mask formed in a light spot inner periphery edge. Since the transmissivity of a mask layer and resistivity change have a threshold, an opening and a mask will be formed steeply. An opening is formed quickly enough from the transmittance change of a mask layer and resistivity change being what is induced by metallic insulator transition, and an optical recording medium reliable again is obtained. The resistivity of the central part in light spot is high, by making low resistivity of a light spot inner periphery edge, since a mask part becomes an annular low resistance area, the near field light generated via the opening of the central part in light spot is amplified, and high-density record reproduction becomes [ rather than ] possible using near field light.

---

[Translation done.]

#### \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is an outline sectional view explaining the optical recording medium of this invention, and the principle of opening formation.

[Drawing 2] (a) shows the relation between the temperature in the mask layer 2, and resistivity, and (b) is a figure showing the relation between temperature and transmissivity.

[Drawing 3] (a) shows the relation of the light volume and resistivity with which the mask layer 2 was irradiated, and (b) is a figure showing the relation between light volume and transmissivity.

[Drawing 4] It is a figure showing the relation between the light volume with which the mask layer 2 was irradiated, and the temperature of a mask layer.

[Drawing 5] It is a schematic diagram showing the luminous energy distribution in the light spot irradiated by the optical pickup 10 on the recording medium 9.

[Drawing 6] It is a top view showing the relation of the opening and mask in the mask layer 2.

[Drawing 7] It is a figure showing the wavelength dependency of the reflectance in the mask part transferred to the metallic phase by optical exposure.

[Drawing 8](a) It is an expansion outline sectional view explaining the principle of near-field-light amplification of this invention, and is (b) outline top view.

[Drawing 9](a) It is an expansion outline sectional view showing the conventional example of the optical recording using near field light, and is (b) outline top view.

[Description of Notations]

- 1 Transparent substrate
- 2 Mask layer
- 3 Lower protective layer
- 4 Recording layer
- 5 Top protective layer
- 6 Light spot edge part
- 7 Light spot central part
- 8 Recording bit
- 9 Recording medium (disk)
- 10 Optical pickup
- 11 Elementary excitation
- 12 Near field light

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

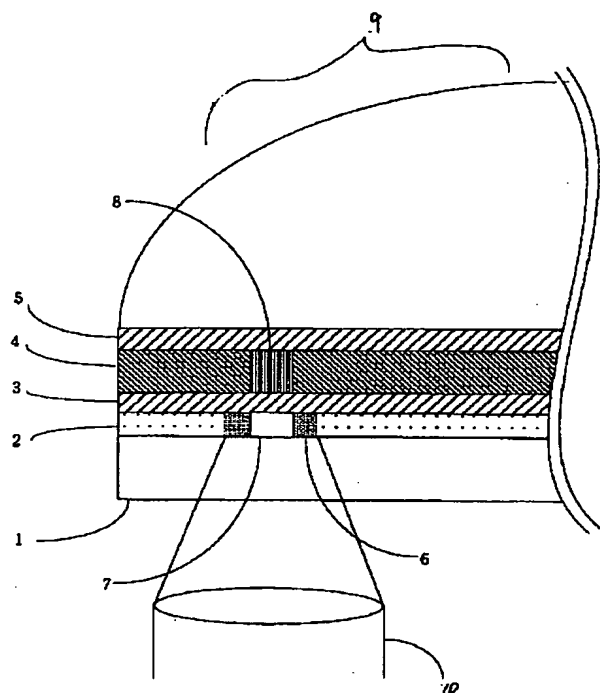
3.In the drawings, any words are not translated.

---

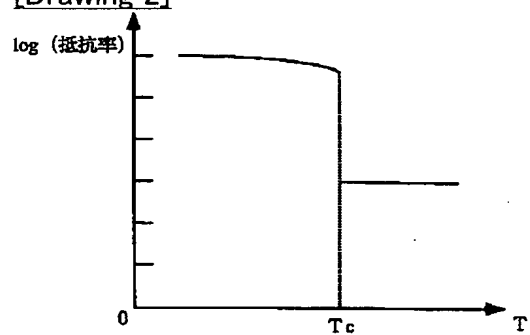
**DRAWINGS**

---

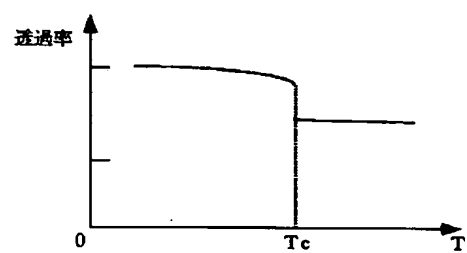
[Drawing 1]



[Drawing 2]

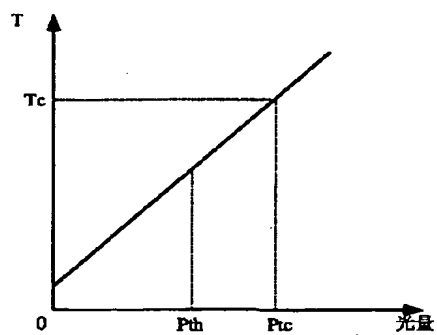


(a)

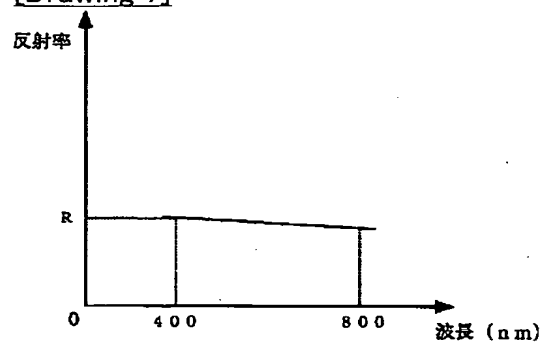


(b)

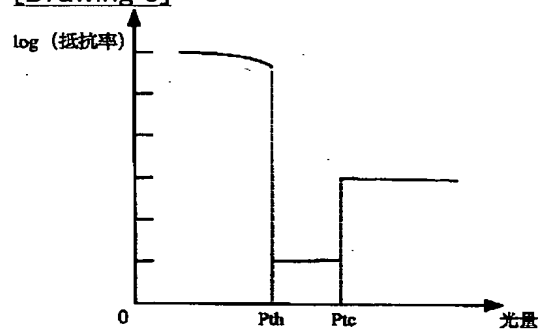
[Drawing 4]



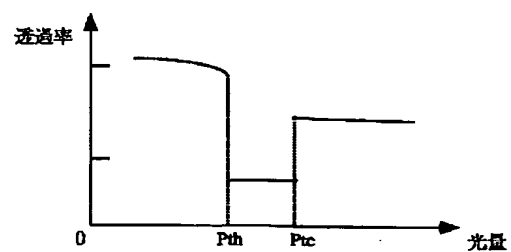
[Drawing 7]



[Drawing 3]

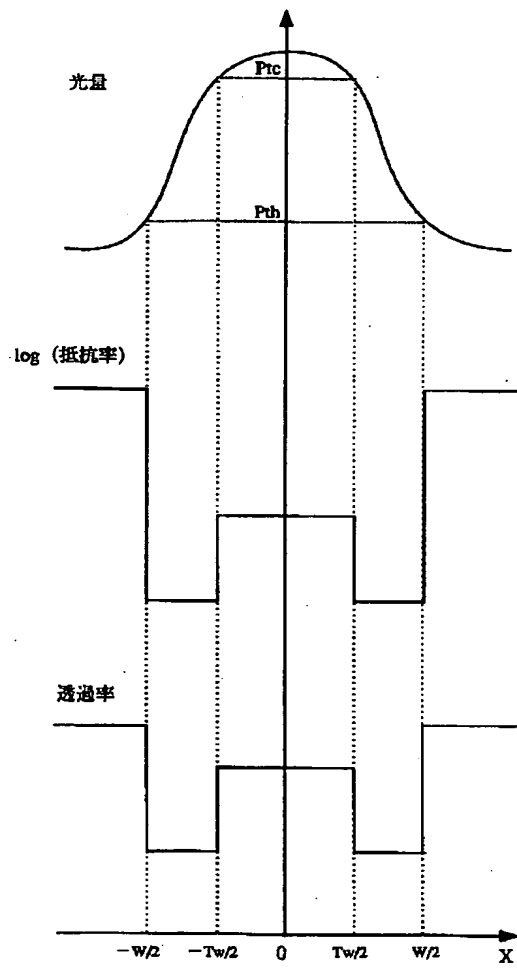


(a)

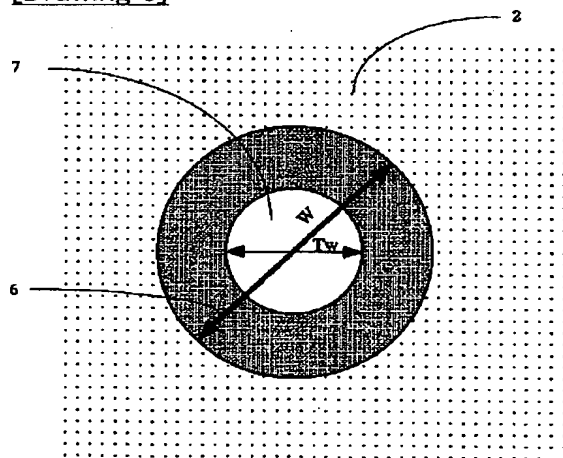


(b)

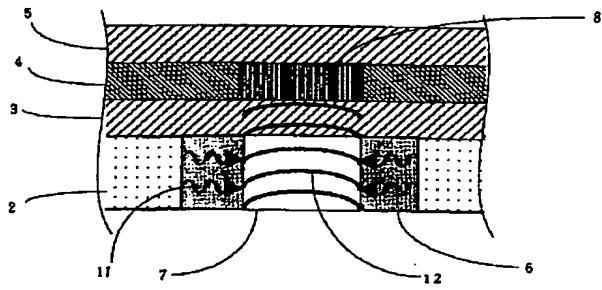
[Drawing 5]



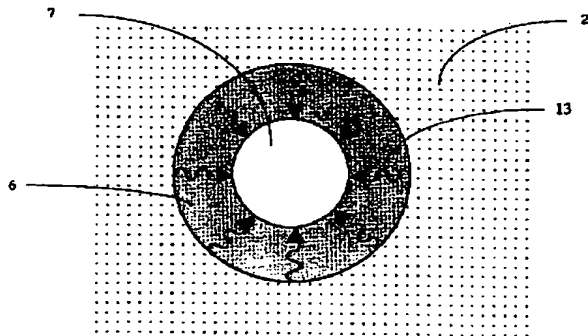
[Drawing 6]



[Drawing 8]

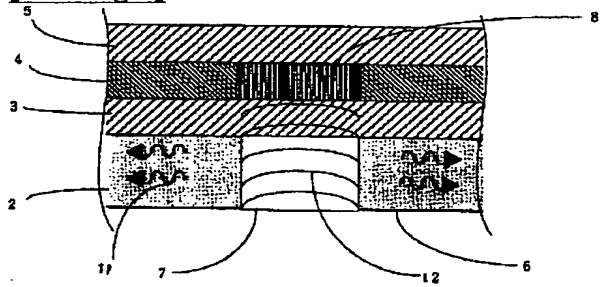


(a)

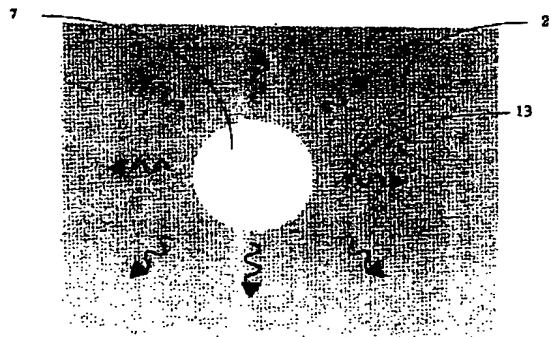


(b)

[Drawing 9]



(a)



(b)

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-56961  
(P2001-56961A)

(43)公開日 平成13年2月27日(2001.2.27)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 1 1 B 7/24	5 3 8	G 1 1 B 7/24	5 3 8 A 5 D 0 2 9
	5 2 2		5 2 2 A 5 D 0 9 0
7/005		7/005	A

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平11-230204

(22)出願日 平成11年8月17日(1999.8.17)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 荻本 泰史

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72)発明者 中西 健司

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74)代理人 100103296

弁理士 小池 隆彌

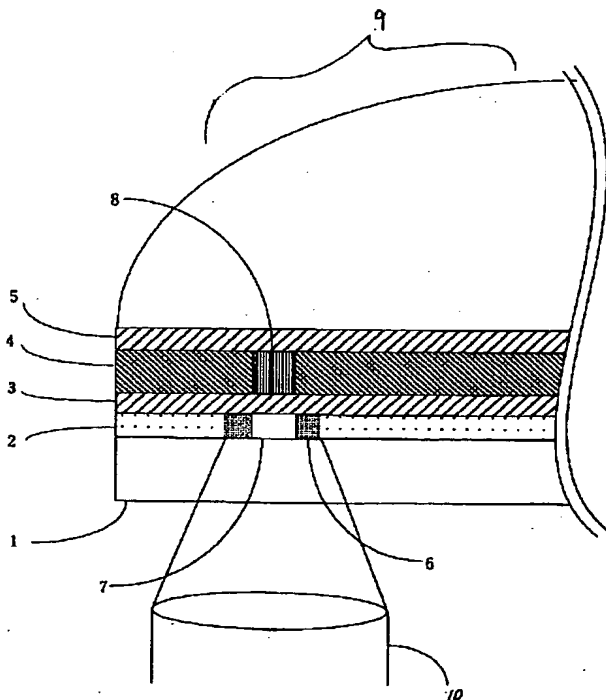
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光記録媒体及びその再生方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 高い信頼性のもとに、光スポットよりも狭小な記録ビットからの信号をS/Nよく再生することを可能とし、光スポットを減少させずとも高密度な記録再生が可能な光記録媒体及びその再生方法を提供する。

【解決手段】 少なくとも記録再生層とマスク層とを備え、該マスク層の光スポット内中心部の透過率及び抵抗率が高くなり光スポット内周縁部の透過率、反射率及び抵抗率が低くなることを特徴とする光記録媒体と、光スポットの光量をマスク層が絶縁体から金属に転移する閾値光量以上にし、かつ、光スポット中心部の温度が金属から絶縁体に転移する閾値温度以上になるようにすることを特徴とする光記録媒体の再生方法及び、光スポット中心部の開口を介して発生した近接場光を開口周囲に形成された環状の低抵抗領域により増強することを特徴とする光記録媒体の再生方法からなる。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に記録層とマスク層とを備えた光記録媒体において、前記マスク層の光透過率が光照射により減少し、昇温により増大するマスク層であることを特徴とする光記録媒体。

【請求項2】 請求項1記載の光記録媒体において、前記マスク層が照射された光の光量に対して閾値を有し、照射された光の光スポット内中心部の光透過率が、光スポット内周縁部の透過率より高く、光非照射部の透過率より低く設定されたマスク層であることを特徴とする光記録媒体。

【請求項3】 請求項1記載の光記録媒体において、前記マスク層が照射された光の光量に対して閾値を有し、照射された光の光スポット内中心部の抵抗率が、光スポット内周縁部の抵抗率より高く、光非照射部の抵抗率より低く設定されたマスク層であることを特徴とする光記録媒体。

【請求項4】 請求項1乃至請求項3記載の光記録媒体において、前記マスク層の透過率及び抵抗率変化が、金属絶縁体転移により誘起されることを特徴とする光記録媒体。

【請求項5】 基板上に、記録層とマスク層とを備えた光記録媒体であって、該マスク層の透過率が光照射により減少し、昇温により増大する光記録媒体に、光を照射しながら情報を再生する方法において、前記マスク層に照射される光の光スポットの光量を、マスク層が絶縁体から金属に転移する閾値光量以上にし、かつ、光スポット中心部の温度が金属から絶縁体に転移する閾値温度以上に設定することを特徴とする光記録媒体の再生方法。

【請求項6】 基板上に、記録層とマスク層とを備えた光記録媒体であって、該マスク層の透過率が光照射により減少し、昇温により増大する光記録媒体に、近接場光を用いて情報を再生する方法において、光スポット中心部の開口を介して発生した近接場光を開口周囲に形成された環状の低抵抗領域により増強することを特徴とする光記録媒体の再生方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光あるいは近接場光により、情報を再生する光記録媒体及びその再生方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、DVD (Digital-Versatile-Disk) や光磁気ディスクに代表されるように光メモリの高密度化は著しく、既に数Gbit/in<sup>2</sup>以上の記録密度が実現されているが、動画等を収めることを目的としたいわゆるホームサーバ用ストレージデバイスとしては、更なる高密度化による大容量化が求められている。

【0003】 これらの光メモリは、基本的には光スポット径 (より正確には光スポットが形成する温度分布) に

より記録密度が規定されるため、より小さな光スポット径 (光強度が  $1/e^2$  になる範囲と規定する) の形成を目指した青紫色レーザの開発による光源の短波長化やSIL (Solid-Immersion-Lens) によるNA (開口数) の拡大が進められている。

【0004】 一方、このような光スポット径の縮小技術の他に、光スポット径よりも狭小なビットの記録再生を可能とするべく、マスク層を用いた超解像技術が精力的に研究されはじめている。マスク層を用いた超解像技術とは、マスク層に光照射することで形成される光スポット径内の温度分布、あるいは光量分布を利用し光スポット径よりも狭小な開口をすることで、光スポット径よりも狭小なビットをクロストークなく再生する技術である。例えば、特開平8-7333号公報においては、「光照射をすることにより、200～450℃の範囲に存在する転移温度以上に昇温し、結晶-結晶間転移を生じさせることで、再生光の反射率を変化させるマスク層を用いた光情報媒体」が開示されている。この他にも入射光強度の増大とともに透過率が増大するブリーチング層や、ガラス等の非線形光学材料、有機膜、低融点金属を用いたマスク層が提案されていることも記載されている。また、マスク層を用いた高密度近接場光記録の提案もされている。例えば、Applied Physics Letters, Vol.73, No.15, (1998), pp.2078-2080に記載される内容によれば、マスク層としてアンチモン膜を用いて光スポットよりも狭小な開口を形成することにより近接場光を用いた再生が実現できるとしている。このようなマスク層を用いた超解像技術による信号再生においては、(1) 開口形成時に再生破壊を起こさないこと、(2) 繰り返し回数に制限がないこと、等の高い信頼性を満たすことが要求されるため、どのような原理を用いることでマスク層に開口を形成するかが重要となる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来技術によるマスク層では(1) 高い開口形成温度に起因する再生破壊、(2) 溶融を伴う相変化や有機膜を用いることによる繰り返し回数の低さ等、その信頼性において問題があった。さらに、開口を狭小にするにつれて、S/N (Signal to Noise ratio) が低下し、特に近接場光を用いた場合には著しく低下するため信号再生が困難になるという問題がある。本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、高い信頼性のもとに、光スポットよりも狭小なビットからの信号をS/Nよく再生することを可能とし、光スポットを減少させずとも高密度な記録再生が可能な光記録媒体及びその再生方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本願発明者らは、S/Nよく超解像再生が可能な光記録媒体及びその再生方法を

実現するために、光スポット中心部に形成される開口だけではなく、その周囲領域（光スポット周縁部）に着目した。

【0007】上記目的を達成するための、本願第1の発明は、基板上に記録層とマスク層とを備えた光記録媒体において、前記マスク層の光透過率が光照射により減少し、昇温により増大するマスク層であることを特徴とする。

【0008】また、上記光記録媒体において、前記マスク層が照射された光の光量に対して閾値を有し、照射された光の光スポット内中心部の光透過率が、光スポット内周縁部の透過率より高く、光非照射部の透過率より低く設定されたマスク層であることを特徴とする。

【0009】また、前記光記録媒体において、前記マスク層が照射された光の光量に対して閾値を有し、照射された光の光スポット内中心部の抵抗率が、光スポット内周縁部の抵抗率より高く、光非照射部の抵抗率より低く設定されたマスク層であることを特徴とする。

【0010】さらに、前記光記録媒体において、前記マスク層の透過率及び抵抗率変化が、金属絶縁体転移により誘起されることを特徴とする。

【0011】また、基板上に、記録層とマスク層とを備えた光記録媒体であって、該マスク層の透過率が光照射により減少し、昇温により増大する光記録媒体に、光を照射しながら情報を再生する方法において、前記マスク層に照射される光の光スポットの光量を、マスク層が絶縁体から金属に転移する閾値光量以上にし、かつ、光スポット中心部の温度が金属から絶縁体に転移する閾値温度以上に設定して、光記録媒体を再生することを特徴とする。

【0012】さらに、基板上に、記録層とマスク層とを備えた光記録媒体であって、該マスク層の透過率が光照射により減少し、昇温により増大する光記録媒体に、近接場光を用いて情報を再生する方法において、光スポット中心部の開口を介して発生した近接場光を開口周囲に形成された環状の低抵抗領域により増強することを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明に係る光記録媒体及びその再生方法について、

(a) 開口形成の原理

(b) S/N向上の原理

(c) 近接場光再生におけるS/N増強の原理

(d) 再生例

の順で説明する。

(a) 開口形成の原理

図1は本発明の光記録媒体と開口形成の原理を説明する概略断面図である。まず、記録媒体9の構成を説明する。記録媒体9としては透明基板1上にマスク層2を形成し、ついで下部保護層3、記録層4、上部保護層5が

形成される。なお、透明基板1とマスク層2との間に保護層を形成することもあり、また一般的に用いられているような反射膜を形成しても良いことは言うまでもない。この記録媒体9上に、透明基板1側から光ピックアップ10を介してレーザー光を照射する。マスク層2上に形成された光スポット内における光量は正規分布であると考えてよい。一般的には、光スポット内の光量分布あるいは温度分布を利用しマスク層2における光スポット内中心部7の透過率を増大させることで開口を形成している。このとき従来のマスク層2では、光スポット内周縁部6は光が照射されていない領域（透過率が低い領域）と同様に見なされる。本発明では、光非照射部においても透過率が高いマスク層2を用いることを特徴とする。すなわち、光スポット内の領域において光照射により透過率が減少することでマスクが形成され、さらに光スポット内中心部7が昇温されるに応じて開口を形成し、光スポット内周縁部6は開口を環状に取り巻くようなマスクとして作用する。したがって、開口とマスクがセルフアラインに形成されるという特徴を有する。このような開口とマスクがセルフアラインに形成される開口形成の原理を以下に説明する。

【0014】図2(a)は本発明のマスク層2における温度と抵抗率の関係を示し、図2(b)は温度と透過率の関係を示したものである。横軸に温度をとり、縦軸には図2(a)では抵抗率の対数を、図2(b)では透過率をとっている。図2(a)に示すように、 $T_c$ より低い温度では非常に抵抗率が大きい絶縁相であり、転移温度（以下 $T_c$ と呼ぶ）より高い温度では抵抗率が低下するものの、絶縁性は保たれており、図2(b)に示すように、透過率の減少はさほど大きくはなく、光非照射部においても透過率が高いマスク層2である。この $T_c$ 以下の温度において、光照射による絶縁体金属転移が存在する材料をマスク層2として用いる。例えばペロブスカイト構造の酸化物として $Pr_{1-x}Ca_xMn_{1-y}O_3$  ( $x=0.3\sim0.5$ ,  $y=0.0\sim0.1$ ) が知られており、この材料系ではCaドープ量 $x$ あるいはMn量 $y$ を増加させることで、室温付近から100℃付近まで連続的に $T_c$ を変えることが可能である。この他にも、 $Pr_{1-x}Ca_xMn_{1-y}O_3$ にSrをドープしたものや、 $La_{1-x}Ca_xMn_{1-y}O_3$  ( $x=0.6\sim0.7$ ,  $y=0.0\sim0.1$ ) などを用いることが可能である。

【0015】図3(a)にはマスク層2に照射した光量と抵抗率の関係を示し、図3(b)には透過率と光量の関係を示している。横軸に光量をとり、縦軸には図3(a)では抵抗率の対数を、図3(b)では透過率をとっている。図3(a)に示すように光量を増やしていくと、 $P_{th}$ で急峻に抵抗率が5～6桁も低下する。すなわち、光照射による絶縁体から金属への転移が生じる。さらに光量を増やしていくとマスク層2は $P_{tc}$ にて急峻に抵抗率が2～3桁増加する。図2と図3とを比較し

て分かるように、単に温度をあげるだけでは、高い抵抗率の絶縁相から抵抗率がやや劣る絶縁相への転移が、 $T_c$ にて得られるだけだが、光照射を行うことによって、絶縁体から金属への転移、金属から絶縁体への転移、都合2度の金属絶縁体転移を光量を増加させることで得られることになる。この理由を図4を用いて説明する。図4は、横軸に光量を取り、縦軸にマスク層2の温度をとったもので、マスク層2に照射した光量とマスク層の温度の関係を示している。図4からわかるように、マスク層2は光量に応じて昇温されることになるが光量 $P_{tc}$ 以上においてはマスク層の温度が $T_c$ 以上になる。すなわち、昇温により2度目の金属絶縁体転移が生じることになる。これは、図2で示したように光量が増加することでマスク層2の温度が $T_c$ 以上になったために光照射による絶縁体金属転移の結果生じた金属相が消失し、 $T_c$ より高温側での絶縁相が出現したと考えられる。一方、図3(b)に示したように透過率の変化は抵抗率の変化と対応しており、 $P_{th}$ 以上の光量照射による金属相への転移に対応して透過率は減少し、 $P_{tc}$ 以上の光量では透過率が再び増大している。したがって、マスク層2には $P_{th}$ 、 $P_{tc}$ 2つの光量の閾値が存在しその閾値を境にして抵抗率及び透過率の急峻な変化が得られることになる。続いて、上記マスク層2を形成した記録媒体9上に光ビームを照射した際に、光スポット径内でどのように変化が起こるかについて説明をすすめる。図5は、光ピックアップ10により記録媒体9上に照射された光スポット内の光量分布を示した。横軸にはトラック幅方向(ディスク半径方向に該当する)Xを取り、光スポット中心を原点とし、縦軸には光量をとっている。簡単のため光スポットは円であり、その光強度分布は正規分布になると仮定している。 $P_{th}$ は絶縁層から金属相へ転移する光量閾値を示し、 $P_{tc}$ はマスク層2の温度が $T_c$ 以上になり金属相から $T_c$ より高温側の絶縁相になる光量閾値を示している。図5には光量分布に対応する抵抗率及び透過率の変化とともに横軸をそろえて示している。光スポット内中心部7は光量が $P_{tc}$ 以上の領域に対応し、 $X = -Tw/2 \sim Tw/2$ と表される。光スポット内周縁部6は光量が $P_{th}$ 以上かつ $P_{tc}$ 以下の領域であり、 $X = -W/2 \sim -Tw/2$ と、 $Tw/2 \sim W/2$ と表される。このようにして形成される、光スポット内中心部7と光スポット内周縁部6の性質に注目してみると、光スポット内中心部7の透過率は高く環状に形成された光スポット内周縁部6の透過率の低い領域がとりまき、光スポット内周縁部6のさらに外部では透過率が高くなっていることがわかる。したがって、光スポットの光量をマスク層2が絶縁体から金属に転移する閾値光量 $P_{th}$ 以上にし、かつまた光スポット内中心部7の温度が金属から絶縁体へ転移する閾値温度 $T_c$ 以上になるように、すなわち光量分布が光スポット内中心部7において $P_{tc}$ 以上になるように、光ビーム

を照射することにより、光スポット内中心部7は開口として作用し、光スポット内周縁部6はマスクとして作用するため、光ビーム径よりも狭小なビットからの信号をクロストークなく再生することが可能になる(超解像再生)。この様子を図6に示したマスク層2の平面図により再度説明する。図6中、点で示した領域は光照射による金属相への転移が発生していないことを示している。光スポット内周縁部6(マスク)はその径を $W$ と表しており、塗りつぶした環状領域にて示している。光スポット内中心部7(開口)はその径を $Tw$ と表しており白ぬきの円で示している。さらに、この光スポット内周縁部6(マスク)の径は、 $P_{th}$ と $P_{tc}$ を調整することにより、光スポット径内の範囲で上げたり狭めたりすることが可能であり、また、光スポット内中心部7(開口)も $P_{tc}$ を調整することによりその径を制御することが可能である。上述のように、本発明によるマスク層を用いることで光スポットを減少させずとも開口とマスクをセルフアラインに形成しクロストークなく高密度再生が可能な光記録媒体及びその再生方法が実現できる。

【0016】また、本マスク層2における急峻な抵抗率及び透過率の変化は、金属絶縁体転移が急峻に起こることにより得られると考えられるが、金属絶縁体転移は固相-固相間の相転移であるため、繰り返し特性においても高い信頼性が得られる。また、既に例示したように $T_c$ が(室温よりは高く)十分低く設定できるため低光パワーで開口を形成可能であり、再生破壊などの問題もない。

【0017】さらに、この金属絶縁体転移は極めて高速に(nsec以下で)発生するために、高速な記録再生が求められる光メモリのマスク層2として十分に速い応答速度が得られるという特徴を有する。

#### (b) S/N向上の原理

マスク層を用いた超解像技術において問題となるS/N低下の原因としては、ビットサイズが小さくなることによるS(信号量)自体の低下もあるが、マスク層を用いることによるN(ノイズ)がS/N低下の大きな原因であることを見出した。従来技術に示したように、マスク層としては、ガラス系の透過率の高いものと、金属系の透過率の低いものがあるが、透過率の高いガラスではマスクを通した記録層からの反射光がノイズとして大きくなり、透過率の低い金属系ではマスク表面からの反射光がノイズとして大きな要因になる。

【0018】以下に、本発明のマスク層では上記原因によるノイズが低減可能であることを説明する。図7は、横軸に光の波長を、縦軸に反射率をとっており、光照射により金属相へ転移したすなわちマスク部での反射率を示している。反射率は $R$ と示した。光記録で使用される半導体レーザの波長は、主に400~780nmの間にあり、少なくともこの波長範囲においては反射率は低くかつ一定であることがわかる。例えば、上記の $Pr_{1-x}Ca_xMn$

1,1,0<sub>3</sub>では反射率は20%以下と十分に低い一定値を示す。すなわち、開口を取り巻く環状のマスクでは透過率が低いことは勿論だが、反射率も遷移金属などにくらべて十分に低いことがわかる。また、光照射により転移した金属相では透過率が低いのみならず、反射率までもが低いため、マスク層としてノイズの原因たる記録層からの反射光やマスク層表面からの反射光が低減され、S/Nを向上させることが可能になる。さらに、2つの光量閾値P<sub>th</sub>とP<sub>tc</sub>を調整することにより、マスクの大きさを制御できることも光スポット内における不要な反射光量を低減するに適しており、S/N向上に有効である。さらに、マスク部での反射率は光記録で使用する半導体レーザの波長範囲において一定であることから、光記録の異なる波長を用いた光記録装置のマスク層としても有用である。

#### (c) 近接場光再生におけるS/N増強の原理

続いて、S/N低下の問題がより深刻となる近接場光記録再生におけるS/N増強の原理について説明する。上記の「(b) S/N向上の原理」においては、主にノイズを低減することでS/Nを向上する手段を説明したが、近接場光を用いる光記録においては超高密度記録が期待されており、想定されるビットサイズが100nm以下と小さいことから、信号量自体が小さくなることに加え、近接場光発生効率(例えば、入射光強度に対する近接場光強度で表される)が約10<sup>-3</sup>程度と著しく低く、検出される近接場光の強度は輪をかけて小さくなるために、信号(S)自体を増幅することが近接場光記録を実現するには不可欠となる。まず、近接場光を用いた信号再生の従来例について図9を用いて説明する。ここでは簡単のため、記録媒体9としてマスク層2、下部保護層3、記録層4、上部保護層5を拡大した概略断面図を図9(a)にマスク層2の平面図を図9(b)に示す。記録層4には相変材料Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>を、マスク層2にはアンチモン膜を使用している。アンチモン膜にレーザ光を照射することにより光スポット内中心部7の高温部分が溶融し不透明から透明に変化する。これによりマスク層2に光の回折限界以下のサイズの開口が発生し、記録層4の記録ビット8を読み出す。このとき、下部保護層3の厚みは開口を介して発生した近接場光12が記録層4に到達するように膜厚を設定している。これにより、100nm以下の記録マークを再生できるとしている。しかしながら、このようにして読み出された再生信号は上述のような理由により非常に小さいために、狭小なビットを形成できるにもかかわらず高密度記録を実現するうえで大きな問題となる。近接場光を増強する手法としては、赤外吸収の実験などにおいてよく知られているレーザ光と金属との共鳴による増幅を利用することが考えられるが、従来例に示したような開口を取り巻くマスク部が一様に広がるマスク構造を用いる限り、素励起11を励起できない、あるいは励起効率が

非常に小さく、また励起できたとしても一様なマスク領域へ素励起11が散逸してしまうために近接場光を増幅することができないと考えられる。次に本発明のマスク層2による近接場光増幅の原理について説明する。図8には図9と同様に、記録媒体9としてマスク層2、下部保護層3、記録層4、上部保護層5を拡大した断面図を図8(a)にマスク層2の平面図を図8(b)に示した。ここで、従来例のマスクと大きく異なる点はマスク層2に形成されるマスク部が一様ではなく、開口を取り巻く環状に形成されていることである。このようにして形成される開口とマスクは、図5に示したように開口部の抵抗率は高く環状の低抵抗率領域が取り囲み、その外部では抵抗率が高い構造になることがわかる。すなわち、光スポット内周縁領域6からなるマスク部はその内側領域、外側領域ともに高抵抗率の領域によって囲まれている。また、下部の保護膜として絶縁膜を用い、絶縁性の透明基板1を用いることで低抵抗領域が環状に形成されることになる。このように低抵抗領域、すなわち金属領域を環状に形成することにより、マスク部においてレーザ光との共鳴によるプラズモンなどの素励起11を励起させることが可能となり、この素励起11がどのようなモードであるかは明確にはされてはいないが、この環状のマスク領域に閉じ込められることで局在した大きな電磁場が、開口を介して形成される近接場光と相互作用することにより近接場光の強度を著しく増幅する。このようにマスク領域が開口を取り巻く環状に形成されることにより、この環状のマスク部に励起される局在した電磁場を近接場光の増幅に用いることが可能になり近接場光を用いた再生においてS/Nの増強が可能になるため高密度光記録が実現できる。また、この局在した電磁場は環状の領域のサイズにも依存すると考えられるが、本発明では、マスク部の領域をP<sub>th</sub>、P<sub>tc</sub>とマスク層2の膜厚により調整可能であることから、近接場光の増幅に適したようにマスクを設計することが可能であるという特徴を有する。

#### (d) 再生例

続いて、本発明の超解像技術を用いた再生例について説明する。まず、光記録媒体の構造について簡単に説明する。2.5インチφ(外径65、内径20、厚さ0.635mm)のサファイア単結晶透明基板上に、マスク層としてPr<sub>1-x</sub>Ca<sub>x</sub>Mn<sub>1-y</sub>O<sub>3</sub>が20nmの膜厚で形成される。このマスク層の上部に下部保護層としてSiO<sub>2</sub>?ZnS膜(膜厚80nm)、記録層としてGeSbTe膜(膜厚20nm)、上部保護層としてSiO<sub>2</sub>?ZnS膜(膜厚80nm)が形成される。マスク層は、T<sub>c</sub>として約80℃を示す。これは抵抗率の温度依存性を測定することにより確かめた。サファイア単結晶透明基板を用いたのは、透明基板であり、熱伝導率、耐熱性が高く、かつ平滑な単結晶透明基板であることに加えて、酸化物単結晶であることから同じく酸化物からなるマス

ク層を結晶性よく成長させるに適しているからである。また、基板とマスク層との間に保護層が形成されたり、上部保護層上に反射膜が形成されることもある。

【0019】評価に用いた装置は図1に示すように、この記録媒体9上に透明基板1側から光ピックアップ10を介してレーザー光を照射する構成とした。光ピックアップ10としては波長650nm、トラック幅方向のビーム径1.1μmのものをを用いている。上記の光ピックアップ10を用いて上記の記録媒体9に光照射を行い、光ビームの出力を変化させながら記録ビットからの信号再生を試みた。光ビームのパワーが1mWにおいては、検出光量は多いがクロストークが大きくなった。これは1mWの光ビームのパワーではマスクが形成されていないためと考えられる。光ビームパワーを増加させていくと、1.2mWにおいて検出光量が急激に低下した。すなわち、マスクが形成されたと考えられる。このとき、信号自体も検出されなくなったことから開口はまだ形成されていないと考えられる。さらに1.5mWに増加させると、検出光量の増加とともに、信号量も増加した。すなわち、光スポット内中心部において温度が $T_c$ 以上に上昇し開口が形成されはじめたと考えられる。2mWまでは光ビームパワーに比例して検出光量は増大とともに信号が増加した。なお、このとき、ノイズレベルは低く、信号増加がS/N増加に寄与することが確認された。さらに、2mW以上からはクロストークの増加がみられさらに光ビームのパワーを増加すると1mWのパワーで光ビームを照射したときと同じようにクロストークが大きくなった。これは光スポット内全ての領域で $T_c$ 以上に昇温され、マスクが消失したと考えられる。続いて、近接場光再生を行うために下部保護層の膜厚を15nmと薄くしてマスク層から記録層までの厚みを近接場光が十分に到達できるようにした以外は同じ構成からなる記録媒体を用いて100nmのサイズからなる記録ビットの再生を試みた。光ビームパワーが1.2mWにおいて検出光量が急激に低下しマスク層が形成された後、光ビームパワーを増加させ1.5mWにて検出光量の増加とともに信号が検出されはじめた。さらに光ビームパワーを増加させると1.6mW?1.8mWにおいて急激に信号が増大する現象が確認された。1.8mW以上ではクロストークが大きくなり2mWでは信号検出ができなくなった。これは、開口径が光ビームパワーとともに増大し、マスクである環状の低抵抗領域のサイズが一定の大きさになったときに急激に信号が増加したことを表しており、この環状の低抵抗領域が近接場光を増幅したと考えられる。また、再生を繰り返し行うことによる信号強度の低下やジッターの増加などは見られず、再生破壊や繰り返し特性においても問題がないことが確認された。以上述べたように、本発明により、高い信頼性のもとに、光スポットよりも狭小なビットからの信号をS/Nよく再生することが可能となり、近接場光を用いた

場合にも信号増幅できることから光スポットを減少させずとも高密度な記録再生が可能な光記録媒体が実現される。また、ここでは波長650nmの半導体レーザーを光源に用いたが、これに限られることなく、780nmや635nm、400nmなどの光源を用いても同様に開口およびマスクが形成され高密度記録の再生が可能である。

#### 【0020】

【発明の効果】本発明によれば、マスク層の透過率が光照射により減少し昇温により増大することで、光量の調整により透過率の高い領域を取り囲むように透過率の低い領域を形成することが可能となる。また、記録媒体上に形成される光スポットの光量をマスク層が絶縁体から金属に転移する閾値光量以上にし、光スポット内中心部の温度がマスク層の閾値温度 $T_c$ 以上になるようにすることにより光スポット内において開口とマスクをセルフアラインに形成し光スポットよりも狭小なビットからの信号をクロストークなく再生することが可能となる。さらに、光スポット内周縁部に形成されるマスクの反射率を低くすることで、マスク部からの透過光、反射光に起因するノイズを低減することが可能となる。また、マスク層の透過率及び抵抗率変化が閾値をもつことから開口、マスクが急峻に形成されることになる。さらに、マスク層の透過率変化及び抵抗率変化が金属絶縁体転移により誘起されるものであることから十分に速く開口が形成され、かつまた信頼性の高い光記録媒体が得られる。また、光スポット内中心部の抵抗率が高く、光スポット内周縁部の抵抗率を低くすることで、マスク部が環状の低抵抗領域になるため、光スポット内中心部の開口を介して発生する近接場光を増幅し、近接場光を用いたより高密度の記録再生が可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光記録媒体と開口形成の原理を説明する概略断面図である。

【図2】(a)はマスク層2における温度と抵抗率の関係を示し、(b)は温度と透過率の関係を示した図である。

【図3】(a)はマスク層2に照射した光量と抵抗率の関係を示し、(b)は光量と透過率の関係を示した図である。

【図4】マスク層2に照射した光量とマスク層の温度の関係を示した図である。

【図5】光ピックアップ10により記録媒体9上に照射された光スポット内の光量分布を示した概略図である。

【図6】マスク層2における開口とマスクとの関係を示す平面図である。

【図7】光照射により金属相へ転移したマスク部での反射率の波長依存性を示す図である。

【図8】(a)本発明の近接場光増幅の原理を説明する拡大概略断面図であり、(b)概略平面図である。

【図9】(a) 近接場光を用いた光記録の従来例を示す  
 拡大概略断面図であり、(b) 概略平面図である。

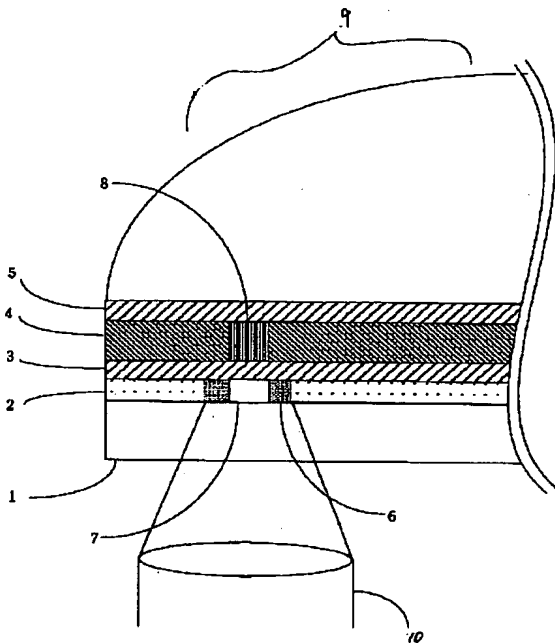
【符号の説明】

- 1 透明基板
- 2 マスク層
- 3 下部保護層
- 4 記録層
- 5 上部保護層

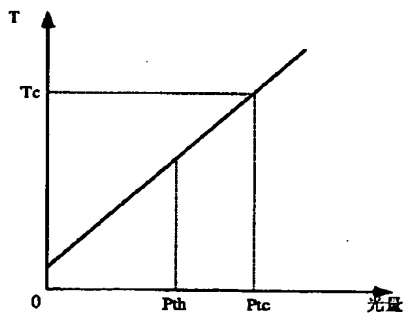
- \* 6 光スポット周縁部
- 7 光スポット中心部
- 8 記録ビット
- 9 記録媒体(ディスク)
- 10 光ピックアップ
- 11 素励起
- 12 近接場光

\*

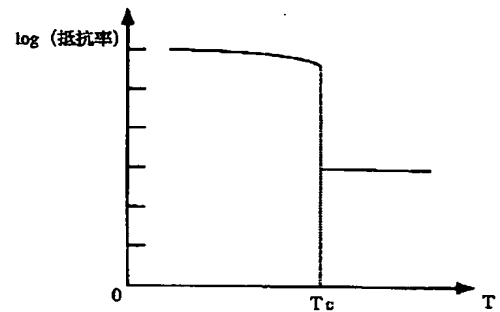
【図1】



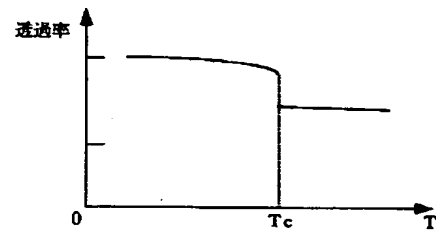
【図4】



【図2】

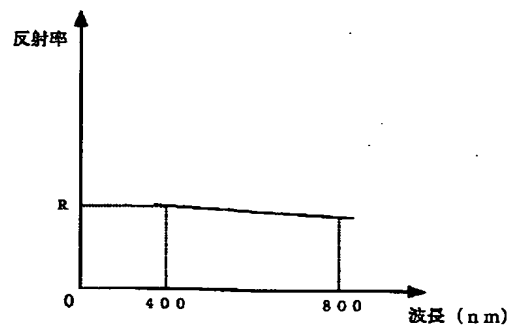


(a)

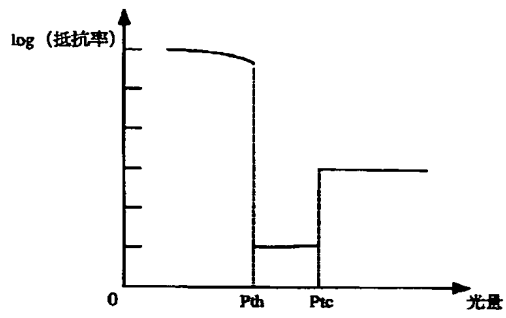


(b)

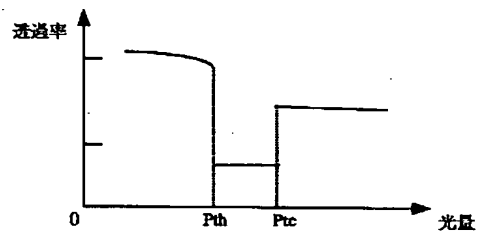
【図7】



【図3】

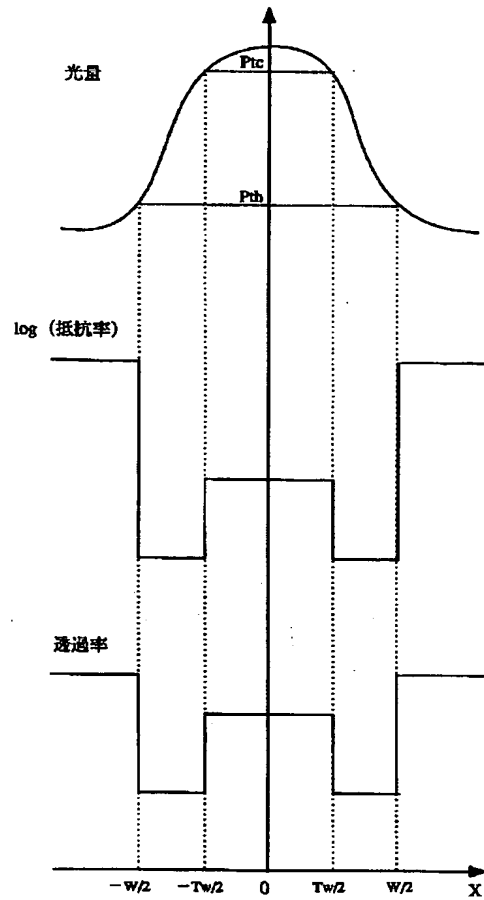


(a)

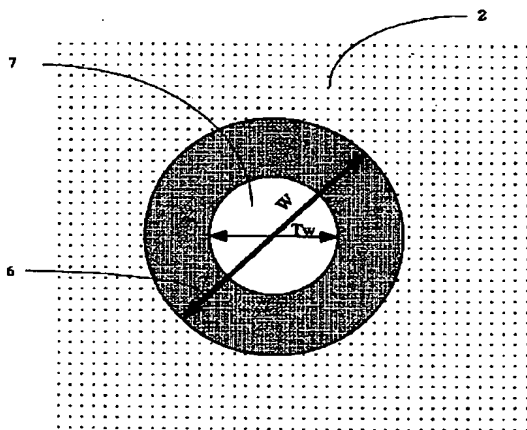


(b)

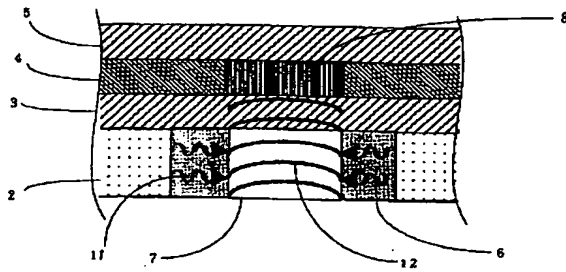
【図5】



【図6】

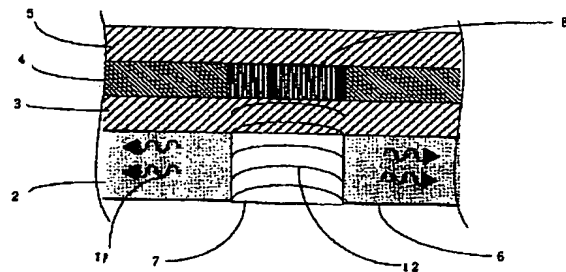


【図8】

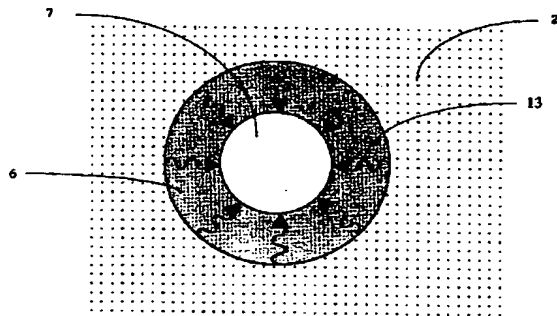


(a)

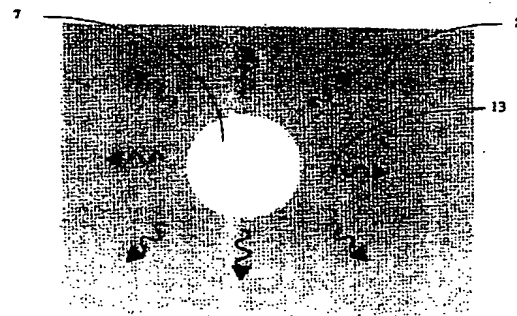
【図9】



(a)



(b)



(b)

フロントページの続き

(72)発明者 藤 寛  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内  
(72)発明者 小嶋 邦男  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72)発明者 片山 博之  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内  
Fターム(参考) 5D029 MA39  
5D090 AA01 BB05 CC04 CC14 DD02  
FF11 KK03